

หนังสือคู่มือการทดลอง

ชุดฝึกการเรียนรู้

การควบคุมแขนกลขนาดเล็กด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้แต่ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กีรดิษ สายพัทลุง วศบ. วิศวกรรมไฟฟ้า (ป.ตรี)
วศม. วิศวกรรมไฟฟ้า (ป.โท)

บรรณาธิการ

สุชาดา วราหพันธ์ กศ.บ. (สังคมศึกษา), ค.ม. (พื้นฐานการศึกษา)



จัดพิมพ์โดย บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

ISBN: 000 000 00 000 0

ฝ่ายการตลาด, ฝ่ายผลิตและจัดส่ง, ฝ่ายการเงินและบัญชี :
69/109 หมู่ 1 ซ.พระแม่การุณย์ ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
โทร. 0 2584 5889, 0 2584 5993, 0 2961 4580-2, โทรสาร. 0 2961 5573, 0 2582 2313

ฝ่ายวิชาการ :
87/122 ถ.เทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0 29544818-20, 0 29538168-9 โทรสาร. 0 2580 2923

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ ลิขสิทธิ์เป็นของบริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

คำนำ

บริษัท เอมพันธ์มีเดีย จำกัด ได้จัดทำ**คู่มือการทดลองชุดฝึกการเรียนรู้การควบคุมแขนกลขนาดเล็ก**สำหรับผู้เรียนขึ้น เพื่อประกอบชุดการเรียนการเขียนโปรแกรมระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการพัฒนาศักยภาพการเรียนการสอน วิชาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิทยาการหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับปริญญาตรี และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาทั้งตอนต้น และตอนปลาย โดยเนื้อหาในหนังสือจะมีทั้งสิ้น 5 บท ประกอบด้วยเรื่อง

- **หน่วยที่ 1** การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์สำหรับชุดฝึกการเรียนรู้การควบคุมแขนกลขนาดเล็ก
- **หน่วยที่ 2** การประกอบโครงสร้างของแขนกลขนาดเล็ก
- **หน่วยที่ 3** การเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกลขนาดเล็กด้วย Double Rocker meArm Joystick Shield
- **หน่วยที่ 4** การเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกลขนาดเล็กด้วย JoyStick PS2 wireless for Arduino
- **หน่วยที่ 5** การประมวลผลภาพ (Image Processing)
- **หน่วยที่ 6** การเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกลขนาดเล็กด้วย Image Processing

ซึ่งผู้เขียนหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอน นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการ เนื้อหา และการพัฒนาการเรียนรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ ฝึกแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติจริง หากมีข้อเสนอแนะประการใด บริษัท เอมพันธ์มีเดีย จำกัด ยินดีน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง



บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

สารบัญ

หน่วยที่ 1
การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์สำหรับชุดฝึกการเรียนรู้การควบคุมแขนกลขนาดเล็ก

1 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

1.1 การเลือกใช้งานเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ และมีองศาการหมุนที่ 0 ถึงประมาณ 200 องศา (ยกเว้นรุ่นที่มีการดัดแปลงให้หมุน 360 องศา) นอกจากแรงดันไฟฟ้าและองศาการควบคุม เซอร์โวมอเตอร์ทุกรุ่นจะมีคุณสมบัติที่เหมือนกันดังนี้

1. **แรงบิด (Torque)** - เป็นเลขบอกกำลังของเซอร์โวมอเตอร์ ยิ่งตัวเลขนี้มีค่ามาก แสดงว่าเซอร์โวมอเตอร์มีแรงมาก สามารถดูได้จากตารางคุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ในแต่ละรุ่น

2. **ความเร็วในการหมุน (Speed)** - เป็นตัวเลขที่บอกว่าเซอร์โวมอเตอร์สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้เร็วแค่ไหน ยิ่งตัวเลขมีค่ามาก แสดงว่าเซอร์โวมอเตอร์มีความเร็วในการเปลี่ยนตำแหน่งที่เร็วมาก สามารถดูได้จากตารางคุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ในแต่ละรุ่น

3. วัสดุที่ใช้ทำแกนหมุน - วัสดุที่ใช้ทำแกนหมุนของเซอร์โวมอเตอร์มี 2 ชนิด คือ พลาสติก และเหล็ก สำหรับแกนหมุนพลาสติกเมื่อใช้งานเซอร์โวมอเตอร์อย่างหนักเป็นเวลานาน จะทำให้เฟืองของเซอร์โวมอเตอร์เกิดความเสียหาย ดังนั้นหากนำเซอร์โวมอเตอร์ไปใช้งานหนักเป็นเวลานาน จึงควรเลือกแกนเหล็ก เพราะแกนเหล็กมีโอกาศที่เฟืองเสียหายได้น้อยกว่า

4. ขนาดของแกนหมุน - เซอร์โวมอเตอร์แต่ละรุ่นจะมีขนาดของแกนหมุนที่แตกต่างกัน ตามแรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละรุ่น

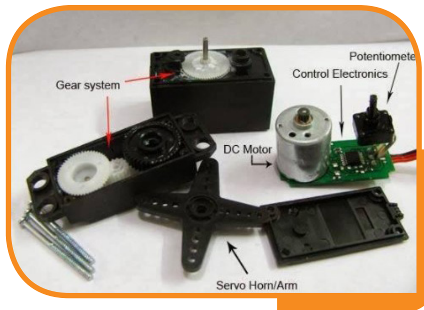
โดยตัวอย่างข้อมูลใน Datasheet ของเซอร์โวมอเตอร์รุ่น SG90 ดังตารางที่ 1.1 Dimensions & Specifications แสดงข้อมูลแรงบิด (Torque) และความเร็วในการหมุน (Speed) ของเซอร์โวมอเตอร์รุ่น SG90

ข้อมูล Dimensions & Specifications ของเซอร์โวมอเตอร์รุ่น SG90

Dimensions & Specifications
A (mm) : 32
B (mm) : 23
C (mm) : 28.5
D (mm) : 12
E (mm) : 32
F (mm) : 19.5
Speed (sec) : 0.1
Torque (kg-cm) : 2.5
Weight (G) : 14.7
Voltage : 4.8 - 6

1.2 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบ (Gear system) วอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics) ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์เริ่มที่วงจรควบคุม เมื่อวงจรควบคุมได้รับข้อมูลองศาที่ต้องการมาแล้ว วงจรควบคุมจะคำนวณว่ามอเตอร์จะต้องหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้ไปสู่องศาที่ต้องการได้ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ตัววอลุ่มที่ติดอยู่กับชุดเฟืองมอเตอร์จะตรวจสอบตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนไป โดยหากวอลุ่มตรวจพบว่าตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนเริ่มใกล้กับองศาที่ผู้ใช้กำหนด วงจรส่วนควบคุมจะเริ่มสั่งให้มอเตอร์หมุนช้าลงเพื่อให้หมุนเข้าใกล้องศาที่กำหนดได้มากที่สุด เมื่อมอเตอร์หมุนได้ตำแหน่งองศาที่ถูกต้องแล้ว วงจรส่วนควบคุมจะตรวจสอบตำแหน่งของมอเตอร์เป็นระยะ ๆ โดยอ่านค่าจากวอลุ่ม หากตรวจพบว่าตำแหน่งผิดเพี้ยนไปจากค่าที่ตั้งไว้ (อันอาจเกิดจากผู้ใช้เอามือไปหมุนเล่น หรือภาระส่งผลให้ตำแหน่งเคลื่อน) วงจรควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับมาให้ได้ตำแหน่งเป็นระยะ ๆ

1.3 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.3.1 เซอร์โวมอเตอร์ 180 องศา

เป็นเซอร์โวมอเตอร์ที่นิยมใช้งานทั่วไป มีหลายรุ่น หลายขนาด และหลายราคา สามารถควบคุมให้หมุดได้ตามองศาที่ต้องการ โดยหมุนได้ 0 ถึง 180 องศา (ในบางรุ่นหมุนได้สุดที่ประมาณ 200 องศา)

1.3.2 เซอร์โวมอเตอร์ 360 องศา

เป็นเซอร์โวมอเตอร์ที่ส่วนใหญ่ดัดแปลงมาจากแบบ 180 องศา โดยดัดแปลงวงจรควบคุม และตัดแกนหรือนำเอาวอลุ่มออก เพื่อให้เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้ครบรอบ เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ไม่สามารถควบคุมองศาได้ ควบคุมได้แค่ความเร็ว และทิศทางการหมุนเท่านั้น นิยมนำมาใช้เป็นมอเตอร์สำหรับรถบังคับ รถวิ่งตามเส้น เพราะอาศัยชุดเฟืองที่เซอร์โวมอเตอร์มีอยู่แล้ว ทำให้ได้แรงบิดที่มากกว่ามอเตอร์กระแสตรงปกติ รวมทั้งการควบคุมยังไม่ต้องใช้วงจรขับมอเตอร์แยก ทำให้ลดความยุ่งยากในการต่อวงจรไปได้มาก รวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย

หมายเหตุ : เซอร์โวมอเตอร์ชื่อรุ่นเดียวกัน แต่อาจจะมีทั้งชนิด 90 องศา, 180 องศา และ 360 องศา จำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากในการเลือกซื้อ ซึ่งรูปร่าง หน้าต่างเหมือนกัน ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เซอร์โวมอเตอร์ชนิด 180 องศา และ 360 องศา

1.4 การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์มีสายทั้งหมด 3 เส้น ประกอบด้วยสายสัญญาณ (Signal : สีส้ม หรือ สีขาว) เป็นสายสัญญาณควบคุมการหมุนแบบ PWM สายไฟบวก (VCC : สีแดง) เป็นสายสำหรับจ่ายไฟบวก 5 โวลต์ สายไฟลบ (GND : สีน้ำตาล หรือ สีดำ) เป็นสายสำหรับจ่ายไฟลบ หรือกราว์ด (GND) ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 สีของสายสำหรับการต่อใช้งานเซอร์โวมอเตอร์

1.5 การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

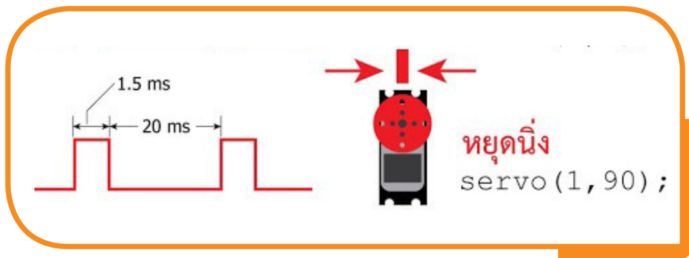
เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ประกอบไปด้วยชุดเกียร์ (Gear), มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะทำงานได้ด้วยสัญญาณพัลส์ที่มีควบความกว้างอยู่ระหว่าง 1 มิลลิวินาที ถึง 2 มิลลิวินาที โดยจะส่งสัญญาณพัลส์ทุก ๆ 20 มิลลิวินาที ซึ่งจะทำให้มีผลให้มอเตอร์หมุนของมอเตอร์ ทิศทางการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์นั้น จะขึ้นอยู่กับความกว้างของพัลส์ โดยหลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยพัลส์หรือเรียกว่าลอจิก 1 (5 โวลต์) หรือลอจิก 0 (0 โวลต์) สลับกันไป ส่งผลให้เกิดการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ โดยทิศทางการหมุนสามารถทำได้ดังนี้

เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวา (ตามเข็มนาฬิกา) โดยการส่งสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดพัลส์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาทีและพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวา (ตามเข็มนาฬิกา) ไปอยู่ที่ตำแหน่ง +90 องศา ดังรูปที่ 1.4



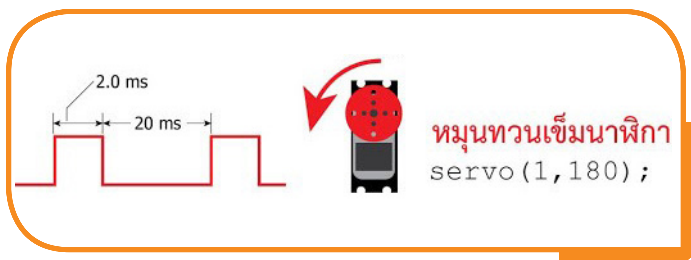
รูปที่ 1.4 เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวา (ตามเข็มนาฬิกา)

เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (ทวนเข็มนาฬิกา) โดยการส่งสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดพัลส์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (ทวนเข็มนาฬิกา) ไปอยู่ที่ตำแหน่ง -90 องศา ดังรูปที่ 1.5



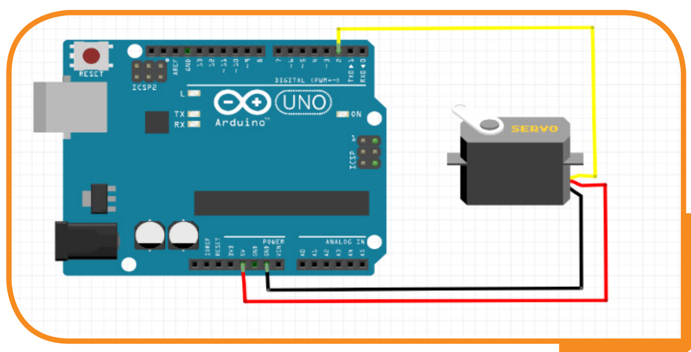
รูปที่ 1.5 เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (ทวนเข็มนาฬิกา)

เซอร์โวมอเตอร์จะอยู่กึ่งกลาง (ตำแหน่งเริ่มต้น) โดยการส่งสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดพัลส์บวกมีความกว้าง 1.5 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที สลับกันไปมา จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หยุดอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น ไปอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 เซอร์โวมอเตอร์จะอยู่กึ่งกลาง (ตำแหน่งเริ่มต้น)

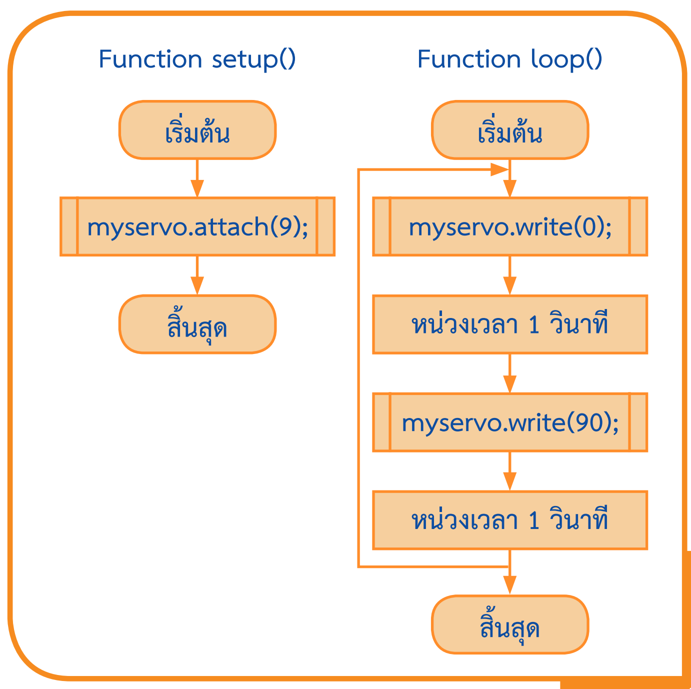
การต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน (Arduino) ที่ใช้บอร์ดโมดูลอาดุยโน ยูโน อาร์3 (Arduino Uno R3) ทำการต่อวงจรจากพอร์ตดิจิทัลของบอร์ดอาดุยโน D2 ไปยังเซอร์โวมอเตอร์ ที่ขาที่มีหัวลูกศร และต่อไฟ 5 โวลต์ ไปยังเซอร์โวมอเตอร์ขากลาง และต่อเชื่อมกราวด์ของบอร์ดอาดุยโนเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ขาบนสุด ทั้งนี้การต่อสายเซอร์โวมอเตอร์จำเป็นต้องดูสีของสายแต่ละรุ่นไม่เหมือนกัน ควรดูคู่มือของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละรุ่นก่อนทำการต่อวงจร ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 การต่อวงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

1.6 การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

การทดลองที่ 1 การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศาสลับไปที่ 90 องศา เพื่อหมุนเซอร์โวมอเตอร์ไปเรื่อย ๆ ด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมอาดุยโน ซึ่งการเขียนโปรแกรม โดยทั่วไปจะเริ่มต้นจากการเขียนผังงานการทำงาน (Flowchart) ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 ผังงานการทำงานการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 0 องศาสลับ 90 องศา

จากรูปที่ 1.8 เขียนผังงานการทำงานการควบคุมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 0 องศาสลับไปที่ 90 องศาแล้วนั้น ทำการแปลงผังงานให้เป็นโค้ดโปรแกรมควบคุมด้วยอาดุยโน ซึ่งเขียนบนโปรแกรม Arduino IDE (https://www.arduino.cc/en/software) ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

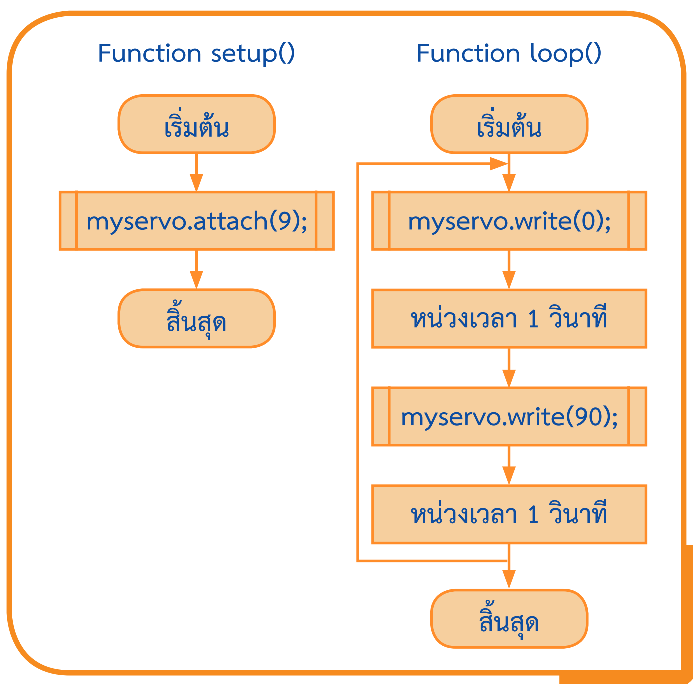
บรรทัด	โปรแกรม
1	<Servo.h>
2	Servo myservo;
3	void setup()
4	{
5	myservo.attach(9);
6	}
7	void loop()
8	{
9	myservo.write(0);
10	delay(1000);
11	myservo.write(90);
12	delay(1000);
13	}

หมายเหตุ : ต้องทำการติดตั้งไลบรารี Servo.h ให้เรียบร้อย

รายละเอียดโค้ดโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1 รวมไฟล์ไลบรารี Servo.h เข้ามาในโค้ดโปรแกรม
- บรรทัดที่ 2 ประกาศตัวแปรแทน Servo ด้วยตัวแปร myservo
- บรรทัดที่ 3-4 ฟังก์ชัน setup
- บรรทัดที่ 5 กำหนดให้ขา 2 เป็นขาควบคุม Servo
- บรรทัดที่ 6 สิ้นสุดฟังก์ชัน Setup วนแบบไม่มีสิ้นสุด
- บรรทัดที่ 7-8 ฟังก์ชัน loop
- บรรทัดที่ 9 สั่งให้ Servo หมุนไปองศาที่ 0
- บรรทัดที่ 10 หน่วงเวลา 1 วินาที
- บรรทัดที่ 11 สั่งให้ Servo หมุนไปองศาที่ 90
- บรรทัดที่ 12 หน่วงเวลา 1 วินาที
- บรรทัดที่ 13 สิ้นสุดการทำงาน แล้ววนลูปใหม่

การทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศาสลับไปที่ 180 องศา เพื่อหมุนเซอร์โวมอเตอร์ไปเรื่อย ๆ ด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมอาดุยโน ซึ่งการเขียนโปรแกรม โดยทั่วไปจะเริ่มต้นจากการเขียนผังงานการทำงาน (Flowchart) ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.8 ผังงานการทำงานการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 0 องศาสลับ 90 องศา

จากรูปที่ 1.9 เขียนผังงานการทำงานการควบคุมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 0 องศาสลับ 180 องศาแล้วนั้น ทำการแปลงผังงานให้เป็นโค้ดโปรแกรมควบคุมด้วยอาดุยโน ซึ่งเขียนบนโปรแกรม Arduino IDE (https://www.arduino.cc/en/software) ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

บรรทัด	โปรแกรม
1	#include <Servo.h>
2	Servo myservo;
3	void setup()
4	{
5	myservo.attach(9);
6	}
7	void loop()
8	{
9	myservo.write(0);
10	delay(1000);
11	myservo.write(180);
12	delay(1000);
13	}

หมายเหตุ : ต้องทำการติดตั้งไลบรารี Servo.h ให้เรียบร้อย

รายละเอียดโค้ดโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1 รวมไฟล์ไลบรารี Servo.h เข้ามาในโค้ดโปรแกรม
- บรรทัดที่ 2 ประกาศตัวแปรแทน Servo ด้วยตัวแปร myservo
- บรรทัดที่ 3-4 ฟังก์ชัน setup
- บรรทัดที่ 5 กำหนดให้ขา 2 เป็นขาควบคุม Servo
- บรรทัดที่ 6 สิ้นสุดฟังก์ชัน Setup วนแบบไม่มีสิ้นสุด
- บรรทัดที่ 7-8 ฟังก์ชัน loop
- บรรทัดที่ 9 สั่งให้ Servo หมุนไปองศาที่ 0
- บรรทัดที่ 10 หน่วงเวลา 1 วินาที
- บรรทัดที่ 11 สั่งให้ Servo หมุนไปองศาที่ 180
- บรรทัดที่ 12 หน่วงเวลา 1 วินาที
- บรรทัดที่ 13 สิ้นสุดการทำงาน แล้ววนลูปใหม่

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ ใช้เวลา 20 นาที
วิชา ชุดการเรียนรู้เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม และการต่อวงจรสำหรับ Arduino

ตอนที่ 1 **คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ (20 คะแนน)
2. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ข้อใด ไม่ใช่ คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์
   ก. แรงบิด (Torque)
   ข. ความเร็วในการหมุน (Speed)
   ค. วัสดุที่ใช้ทำแกนหมุนทำจากพลาสติก และไม้
   ง. ขนาดของแกนหมุน
2. เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักกี่ส่วน
   ก. 1 ส่วน ข. 2 ส่วน ค. 3 ส่วน ง. 4 ส่วน
3. ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์
   ก. มอเตอร์กระแสตรง, ชุดเฟืองทดรอบ, ความต้านทานปรับค่าได้, วงจรควบคุม
   ข. มอเตอร์กระแสสลับ, ชุดเฟืองทดรอบ, ความต้านทานปรับค่าได้, วงจรควบคุม
   ค. มอเตอร์กระแสตรง, ชุดเฟืองขับ, ความต้านทานปรับค่าได้, วงจรควบคุมแรงดัน
   ง. มอเตอร์กระแสตรง, ชุดเฟืองทดรอบ, ความต้านทานคงที่, วงจรควบคุมแรงดัน
4. สายสัญญาณควบคุมการหมุนแบบ PWM มีสีใด
   ก. สีน้ำตาล หรือ สีเทา ข. สีแดง หรือ สีดำ
   ค. สีส้ม หรือ สีขาว ง. สีดำ หรือ สีขาว
5. แรงดันที่ใช้ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์รุ่น SG90 มีค่าแรงดันเท่าไร
   ก. 3.3 - 5 โวลต์ ข. 4.8 - 6 โวลต์
   ค. 4.5 – 6.5 โวลต์ ง. 3 - 9 โวลต์

6. คำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานเซอร์โวมอเตอร์ให้หมุนไปที่มุม 90

ก. myservo.dalay(90) ข. myservo.read(90)

ค. myservo.write(90) ง. myservo.write(180)

7. หากต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายไปอยู่ที่ตำแหน่ง -90 องศา ต้องส่งสัญญาณพัลส์ขนาดเท่าไร

ก. พัลส์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที

ข. พัลส์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที

ค. พัลส์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 10 มิลลิวินาที

ง. พัลส์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 10 มิลลิวินาที

8. หากต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวาไปอยู่ที่ตำแหน่ง 90 องศา ต้องส่งสัญญาณพัลส์ขนาดเท่าไร

ก. พัลส์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที

ข. พัลส์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 20 มิลลิวินาที

ค. พัลส์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 10 มิลลิวินาที

ง. พัลส์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาที และพัลส์ลบมีความกว้าง 10 มิลลิวินาที

9. หากต้องการหน่วงเวลาจำนวน 10 วินาที ต้องกรอกโปรแกรมควบคุมค่าเท่าใด

ก. delay(10); ข. delay(100);

ค. delay(1000); ง. delay(10000);

10. การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์จำเป็นต้องติดตั้งไลบรารี่ ชื่อว่าอะไร

ก. SPI.h

ข. Servo.h

ค. MD_MAX72xx.h

ง. MD_Parola.h

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ ใช้เวลา 60 นาที
วิชา ชุดฝึกการเรียนรู้การควบคุมแขนกลขนาดเล็ก

ตอนที่ 2 **คำชี้แจง เรื่อง** การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ สำหรับชุดฝึกการเรียนรู้การควบคุมแขนกลขนาดเล็ก โดยใช้เวลา 60 นาที(20 คะแนน)

2.1 ให้ผู้เรียนทุกคนเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา 45 องศา 90 องศา 135 องศา 180 องศา เพื่อหมุนเซอร์โวมอเตอร์ไปเรื่อย ๆ

2.2 ให้ผู้เรียนทุกคนเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศาสลับไปที่ 135 องศา เพื่อหมุนเซอร์โวมอเตอร์สลับไปมาเรื่อย ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถต่อวงจรเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ได้ถูกต้อง
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. โปรแกรม Arduino IDE 1.8.13 1 โปรแกรม
2. สายโหลด USB Arduino Uno R3 1 เส้น
3. บอร์ด Arduino Uno R3 1 บอร์ด
4. สายต่อวงจร 1 ชุด
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
6. แผงต่อวงจร 1 ตัว
7. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

ข้อควรระวัง

1. ควรระวังไม่วางบอร์ด Arduino Uno R3 หรืออุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่เป็นโลหะเพราะอาจเกิดการลัดวงจรทำให้บอร์ดเกิดความเสียหายได้
2. ก่อนจ่ายไฟให้กับวงจรจำเป็นต้องตรวจสอบวงจรให้เรียบร้อยก่อนจ่ายไฟให้กับระบบ

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1.1

เรื่อง การโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา 45 องศา 90 องศา 135 องศา 180 องศา

ชื่อ..ระดับชั้น .... กลุ่ม...........................

เลขที่.................. วัน/เดือน/ปี .... เริ่มเวลา .... เสร็จเวลา ....

ลำดับ	จุดตรวจให้คะแนน	2 คะแนน (ครบ)	1 คะแนน (ขาดบางขั้นตอน)	0 คะแนน (ไม่ทำ)	หมายเหตุ
1	จัดเตรียมเครื่องมือถูกต้อง ครบถ้วน				2 คะแนน
2	ต่อวงจรเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				3 คะแนน
3	เขียนโปรแกรมควบคุมไปตามองศาของเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				6 คะแนน
4	วิเคราะห์การทำงานของการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				6 คะแนน
5	จัดเก็บ/ทำความสะอาดเครื่องมือและปฏิบัติงานเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนด				3 คะแนน
รวม					
รวมทั้งหมด					

เกณฑ์การให้คะแนน

- ☐ คะแนน 18 -20 ดีมาก
- ☐ คะแนน 15 -17 ดี
- ☐ คะแนน 12 -14 พอใช้
- ☐ คะแนน 10 -11 ปรับปรุง

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1.2

เรื่อง การโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา สลับไปที่ 135 องศา เพื่อหมุนเซอร์โวมอเตอร์สลับไปมาเรื่อย ๆ

ชื่อ...ระดับชั้น .... กลุ่ม..........................

เลขที่.................. วัน/เดือน/ปี .... เริ่มเวลา .... เสร็จเวลา ....

ลำดับ	จุดตรวจให้คะแนน	2 คะแนน (ครบ)	1 คะแนน (ขาดบางขั้นตอน)	0 คะแนน (ไม่ทำ)	หมายเหตุ
1	จัดเตรียมเครื่องมือถูกต้อง ครบถ้วน				2 คะแนน
2	ต่อวงจรเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				3 คะแนน
3	เขียนโปรแกรมควบคุมไปตามองศาของเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				6 คะแนน
4	วิเคราะห์การทำงานของการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกต้อง				6 คะแนน
5	จัดเก็บ/ทำความสะอาดเครื่องมือและปฏิบัติงานเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนด				3 คะแนน
รวม					
รวมทั้งหมด					

เกณฑ์การให้คะแนน

☐ คะแนน 18 -20 ดีมาก ☐ คะแนน 15 -17 ดี

☐ คะแนน 12 -14 พอใช้ ☐ คะแนน 10 -11 ปรับปรุง